

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-128231

(43)Date of publication of application : 19.05.1995

(51)Int.Cl.

G01N 21/35

(21)Application number : 05-277937

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 08.11.1993

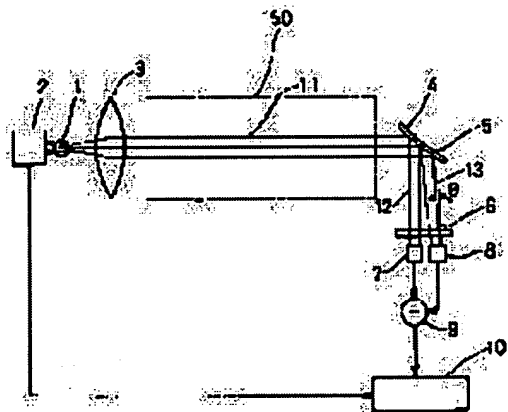
(72)Inventor : KAWAMURA TATSURO  
TAKEUCHI TAKAYUKI  
NAGAO NOBUAKI  
IJIMA KENJI

### (54) INFRARED GAS SENSOR

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide an infrared gas sensor with simple structure capable of detecting the generation and increase of a gas to be detected while monitoring the generation and increase of an interfering gas in a space to be detected.

**CONSTITUTION:** Utilizing the property that a wavelength maximizing the transmissivity of an interference filter 6 depends on the incident angle, the generation and increase of a gas to be detected are detected by use of the light 12 vertically incident to the interference filter, and the generation and increase of an interfering gas are detected by use of the light 13 incident on the interference filter 6 at an incident angle  $\theta$ .



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 ( J P )

(12) 公開特許公報 ( A )

(11) 特許出願公開番号

特開平7-128231

(43) 公開日 平成7年(1995)5月19日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 1 N 21/35

識別記号

庁内整理番号

Z 9118-2J

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全9頁)

(21) 出願番号 特願平5-277937

(22) 出願日 平成5年(1993)11月8日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 河村 達朗

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 竹内 孝之

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 長尾 宣明

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 池内 寛幸 (外1名)

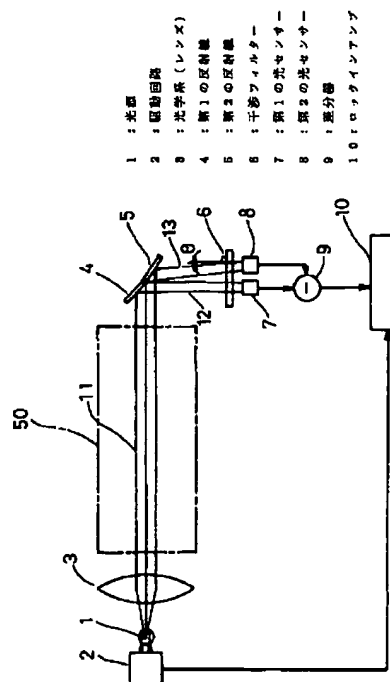
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 赤外線式ガスセンサー

(57) 【要約】

【目的】 被検出空間において、妨害ガスの発生増加を監視しながら、被検出ガスの発生増加を検出する構造の簡単な赤外線式ガスセンサーを得る。

【構成】 干渉フィルター6の透過率が最大になる波長が入射角に依存する性質を利用し、被検出ガスの発生及び増加を干渉フィルターに垂直に入射する光12を用いて検出し、妨害ガスの発生及び増加を干渉フィルター6に入射角 $\theta$ で入射する光13を用いて検出する。



(2)

特開平7-128231

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源と、

前記光源から発せられた光を被検出空間に投射する光学系と、

前記被検出空間を伝播してきた光をそれぞれ異なった角度で反射する第1及び第2の反射鏡と、

前記第1及び第2の反射鏡により反射された光のうちいずれか一方の光の進行方向に対して直角に配置され、前記第1及び第2の反射鏡により反射された光のうち特定の波長の光のみを透過させる干渉フィルターと、

前記第1及び第2の反射鏡により反射され、かつ前記干渉フィルターを透過したそれぞれの光の強度を測定する第1及び第2の光センサーと、

前記第1の光センサーの出力と前記第2の光センサーの出力の差を演算する減算手段と、

前記第1又は第2の光センサーの出力に基づいて前記被検出空間における第1の波長の光を吸収する被検出ガスの発生及び増加を検出し、前記減算手段からの出力信号に基づいて前記被検出空間における前記第1の波長とは異なる第2の波長の光を吸収する他の妨害ガスの発生及び増加を検出する検出手段とを具備する赤外線式ガスセンサー。

【請求項2】 交互に点滅する第1及び第2の光源と、

前記第1及び第2の光源から発せられた光をそれぞれ異なった角度で被検出空間に投射する第1及び第2の光学系と、

前記第1及び第2の光源から発せられた光のうちいずれか一方の光の進行方向に対して直角に配置され、前記第1及び第2の光源から発せられた光のうち特定の波長の光のみを透過させる干渉フィルターと、

前記第1及び第2の光源から発せられ、前記被検出空間を伝播し、かつ前記干渉フィルターを透過してきた光の強度を測定する光センサーと、

前記第1及び第2の光源の点滅信号を参照信号として前記光センサーの出力を位相検波するロックインアンプと、

前記ロックインアンプにより位相検波された2つの出力のうちいずれか一方の出力に基づいて前記被検出空間における第1の波長の光を吸収する被検出ガスの発生及び増加を検出し、前記2つの出力の差に基づいて前記第1の波長とは異なる第2の波長の光を吸収する他の妨害ガスの発生及び増加を検出する検出手段とを具備する赤外線式ガスセンサー。

【請求項3】 干渉フィルターに垂直入射する光に基づいて被検出ガスの発生及び増加を検出することを特徴とする請求項1又は2記載の赤外線式ガスセンサー。

【請求項4】 被検出ガスの吸収波長を $\lambda$ 、干渉フィルターに垂直入射する光の透過率が最大となる波長を $\lambda_0$ とした場合に、 $\lambda_0 = \lambda$ であることを特徴とする請求項1又は2記載の赤外線式ガスセンサー。

2

【請求項5】 妨害ガスの吸収波長を $\lambda - \Delta\lambda$ 、干渉フィルターに垂直ではないように入射する光の入射角を $\theta$ 、干渉フィルターに入射角 $\theta$ で入射する光の透過率が最大となる波長 $\lambda(\theta)$ 、干渉フィルターのスペーサーの有効屈折率を $n$ とした場合に、

$$\lambda(\theta) = \lambda_0 [1 - (\sin \theta / n)^2]^{1/2}$$

であることを特徴とする請求項4記載の赤外線式ガスセンサー。

【請求項6】 光源と、

10 前記光源から発せられた光を被検出空間に投射する光学系と、

前記被検出空間を伝播してきた光をそれぞれ異なった角度で反射する第1、第2及び第3の反射鏡と、

前記第1、第2及び第3の反射鏡により反射された光のうちいずれか1つの光の進行方向に対して直角に配置され、前記第1、第2及び第3の反射鏡により反射された光のうち特定の波長の光のみを透過させる干渉フィルターと、

前記第1、第2及び第3の反射鏡により反射され、かつ前記干渉フィルターを透過したそれぞれの光の強度を測定する第1、第2及び第3の光センサーと、

20 前記第1、第2及び第3の光センサーの出力のいずれかに基づいて前記被検出空間における第1の波長の光を吸収する被検出ガスの発生及び増加を検出し、残りの2つの光センサーのうち一方の出力から他方の光センサーの出力を減算した信号とに基づいて前記被検出空間における前記第1の波長とは異なる第2の波長の光を吸収する他の妨害ガスの発生及び増加を検出する検出手段とを具備する赤外線式ガスセンサー。

30 【請求項7】 第1の周波数で点滅する第1の光源と、前記第1の周波数とは異なる第2の周波数で交互に点滅する第2及び第3の光源と、

前記第1、第2及び第3の光源から発せられた光をそれぞれ異なった角度で被検出空間に投射する第1、第2及び第3の光学系と、

前記第1、第2及び第3の光源から発せられた光のうちいずれか1つの光の進行方向に対して直角に配置され、前記第1、第2及び第3の光源から発せられた光のうち特定の波長の光のみを透過させる干渉フィルターと、

40 前記第1、第2及び第3の光源から発せられ、前記被検出空間を伝播してきた光の強度を測定する光センサーと、

前記第1の光源の点滅信号を参照信号として前記光センサーの出力を位相検波する第1のロックインアンプと、前記第2の光源の点滅信号を参照信号として前記光センサーの出力を位相検波する第2のロックインアンプと、

50 前記第1のロックインアンプの出力に基づいて前記被検出空間における第1の波長の光を吸収する被検出ガスの発生及び増加を検出し、前記第2のロックインアンプの

3

2つの出力の差に基づいて前記第1の波長とは異なる第2の波長の光を吸収する他の妨害ガスの発生及び増加を検出する検出手段とを具備する赤外線式ガスセンサー。

【請求項8】 干渉フィルターに垂直入射する光に基づいて被検出ガスの発生及び増加を検出することを特徴とする請求項6又は7記載の赤外線式ガスセンサー。

【請求項9】 被検出ガスの吸収波長を $\lambda$ 、妨害ガスの吸収波長を $\lambda - \Delta\lambda$ 、干渉フィルターに垂直入射する光の透過率が最大となる波長を $\lambda_0$ 、干渉フィルターに垂直ではないように入射する2つの光のうち一方の光の入射角を $\theta$ 、他方の光の入射角を $\theta'$  ( $\theta' > \theta$ )、干渉フィルターに入射角 $\theta$ で入射する光の透過率が最大となる波長 $\lambda(\theta)$ 、干渉フィルターのスペーサーの有効屈折率を $n$ とした場合に、

$$\lambda_0 = \lambda + \Delta\lambda$$

$$\lambda(\theta) = \lambda_0 [1 - (\sin \theta / n)^2]^{1/2} = \lambda$$

$$\lambda(\theta') = \lambda_0 [1 - (\sin \theta' / n)^2]^{1/2} = \lambda - \Delta\lambda$$

であることを特徴とする請求項6又は7記載の赤外線式ガスセンサー。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、被検出空間における特定の被検出ガスの発生及び増加を、被検出空間に共存し得る他の妨害ガスの発生及び増加を監視しながら、検出するガスセンサーに関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、ガスセンサーとして、例えば接触型化学センサーや赤外線分析計等が知られている。接触型化学センサーは、センサー材料へのガス吸着による熱化学的変化や電気化学的変化を測定するものである。また、赤外線分析計は、基準セル、試料セル、干渉セル等の数々のセルに赤外線を投射し、被検出空間におけるガスの赤外域の吸収スペクトルを測定するものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、接触型化学センサーの場合、センサー自身に被検出ガスが直接接触しない限り被検出ガスの発生及び増加を検出することができない。従って、ガスの拡散速度を $Vd$ 、許容検出時間遅れを $Td$ とすると、ガスの発生点からセンサーまでの距離 $L$ は $Vd \times Td$ 以下にしなければならないという問題を有していた。また、一般的にガス選択性が悪く、被検出ガス以外の共存ガスの発生による誤動作も多いという問題点も有していた。一方、赤外線分析計の場合、赤外域の吸収スペクトルを測定するために、回折格子やプリズム等の分散光学部品が必要であり、また、フィルターを機械的に駆動するため装置の構成が大規模かつ複雑になるという問題点を有していた。本発明は、大規模な被検出空間における共存するガスの影響を除去し、

(3)

特開平7-128231

4

簡単な構成の赤外線式ガスセンサーを提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明の第1の赤外線式ガスセンサーは、光源と、前記光源から発せられた光を被検出空間に投射する光学系と、前記被検出空間を伝播してきた光をそれぞれ異なった角度で反射する第1及び第2の反射鏡と、前記第1及び第2の反射鏡により反射された光のうちいずれか一方の光の進行方向に対して直角に配置され、前記第1及び第2の反射鏡により反射された光のうち特定の波長の光のみを透過させる干渉フィルターと、前記第1及び第2の反射鏡により反射され、かつ前記干渉フィルターを透過したそれぞれの光の強度を測定する第1及び第2の光センサーと、前記第1の光センサーの出力と前記第2の光センサーの出力の差を演算する減算手段と、前記第1又は第2の光センサーの出力に基づいて前記被検出空間における第1の波長の光を吸収する被検出ガスの発生及び増加を検出し、前記減算手段からの出力信号に基づいて前記被検出空間における前記第1の波長とは異なる第2の波長の光を吸収する他の妨害ガスの発生及び増加を検出する検出手段とを具備するように構成されている。また、本発明の第2の赤外線式ガスセンサーは、交互に点滅する第1及び第2の光源と、前記第1及び第2の光源から発せられた光をそれぞれ異なった角度で被検出空間に投射する第1及び第2の光学系と、前記第1及び第2の光源から発せられた光のうちいずれか一方の光の進行方向に対して直角に配置され、前記第1及び第2の光源から発せられた光のうち特定の波長の光のみを透過させる干渉フィルターと、前記第1及び第2の光源から発せられ、前記被検出空間を伝播し、かつ前記干渉フィルターを透過してきた光の強度を測定する光センサーと、前記第1及び第2の光源の点滅信号を参照信号として前記光センサーの出力を位相検波するロックインアンプと、前記ロックインアンプにより位相検波された2つの出力のうちいずれか一方の出力に基づいて前記被検出空間における第1の波長の光を吸収する被検出ガスの発生及び増加を検出し、前記2つの出力の差に基づいて前記第1の波長とは異なる第2の波長の光を吸収する他の妨害ガスの発生及び増加を検出する検出手段とを具備するように構成されている。上記構成において、干渉フィルターに垂直入射する光に基づいて被検出ガスの発生及び増加を検出することが好ましい。また、被検出ガスの吸収波長を $\lambda$ 、干渉フィルターに垂直入射する光の透過率が最大となる波長を $\lambda_0$ とした場合に、 $\lambda_0 = \lambda$ であることが好ましい。また、妨害ガスの吸収波長を $\lambda - \Delta\lambda$ 、干渉フィルターに垂直ではないように入射する光の入射角を $\theta$ 、干渉フィルターに入射角 $\theta$ で入射する光の透過率が最大となる波長 $\lambda(\theta)$ 、干渉フィルターのスペーサーの有効屈折率を $n$ とした場合に、

(4)

特開平7-128231

5

$\lambda(\theta) = \lambda_0 [1 - (\sin \theta / n)^2]^{1/2}$   
 であることが好ましい。また、本発明の第3の赤外線式ガスセンサーは、光源と、前記光源から発せられた光を被検出空間に投射する光学系と、前記被検出空間を伝播してきた光をそれぞれ異なった角度で反射する第1、第2及び第3の反射鏡と、前記第1、第2及び第3の反射鏡により反射された光のうちいずれか1つの光の進行方向に対して直角に配置され、前記第1、第2及び第3の反射鏡により反射された光のうち特定の波長の光のみを透過させる干渉フィルターと、前記第1、第2及び第3の反射鏡により反射され、かつ前記干渉フィルターを透過したそれぞれの光の強度を測定する第1、第2及び第3の光センサーと、前記第1、第2及び第3の光センサーの出力のいずれかに基づいて前記被検出空間における第1の波長の光を吸収する被検出ガスの発生及び増加を検出し、残りの2つの光センサーのうち一方の出力から他方の光センサーの出力を減算した信号とに基づいて前記被検出空間における前記第1の波長とは異なる第2の波長の光を吸収する他の妨害ガスの発生及び増加を検出する検出手段とを具備するように構成されている。また、本発明の第4の赤外線式ガスセンサーは、第1の周波数で点滅する第1の光源と、前記第1の周波数とは異なる第2の周波数で交互に点滅する第2及び第3の光源と、前記第1、第2及び第3の光源から発せられた光をそれぞれ異なった角度で被検出空間に投射する第1、第2及び第3の光学系と、前記第1、第2及び第3の光源から発せられた光のうちいずれか1つの光の進行方向に対して直角に配置され、前記第1、第2及び第3の光源から発せられた光のうち特定の波長の光のみを透過させる干渉フィルターと、前記第1、第2及び第3の光源から発せられ、前記被検出空間を伝播してきた光の強度を測定する光センサーと、前記第1の光源の点滅信号を参照信号として前記光センサーの出力を位相検波する第1のロックインアンプと、前記第2の光源の点滅信号を参照信号として前記光センサーの出力を位相検波する第2のロックインアンプ2と、前記第1のロックインアンプの出力に基づいて前記被検出空間における第1の波長の光を吸収する被検出ガスの発生及び増加を検出し、前記第2のロックインアンプの2つの出力の差に基づいて前記第1の波長とは異なる第2の波長の光を吸収する他の妨害ガスの発生及び増加を検出する検出手段とを具備する具備するように構成されている。上記構成において、\*

$$\lambda(\theta) = \lambda_0 [1 - (\sin \theta / n)^2]^{1/2} \dots \text{(式1)}$$

但し、

$\lambda(\theta)$  : 入射角が $\theta$ の時、透過率が最大になる波長

$\lambda_0$  :  $\theta = 0^\circ$ の時、透過率が最大になる波長

$n$  : スペーサーの有効屈折率

である。なお、本式は $\theta < 5^\circ$ の範囲においておおむね有効である。

【0007】いま、被検出ガスの吸収波長が $\lambda$ 、妨害ガ

6

\*干渉フィルターに垂直入射する光に基づいて被検出ガスの発生及び増加を検出することが好ましい。また、被検出ガスの吸収波長を $\lambda$ 、妨害ガスの吸収波長を $\lambda - \Delta\lambda$ 、干渉フィルターに垂直入射する光の透過率が最大となる波長を $\lambda_0$ 、干渉フィルターに垂直ではないように入射する2つの光のうち一方の光の入射角を $\theta$ 、他方の光の入射角を $\theta'$  ( $\theta' > \theta$ )、干渉フィルターに入射角 $\theta$ で入射する光の透過率が最大となる波長 $\lambda(\theta)$ 、干渉フィルターのスペーサーの有効屈折率を $n$ とした場合に、

$$\lambda_0 = \lambda + \Delta\lambda$$

$$\lambda(\theta) = \lambda_0 [1 - (\sin \theta / n)^2]^{1/2} = \lambda$$

$$\lambda(\theta') = \lambda_0 [1 - (\sin \theta' / n)^2]^{1/2} = \lambda - \Delta\lambda$$

であることが好ましい。

【0005】

【作用】本発明の原理を以下に説明する。酸素、窒素等の対称2原子分子、ヘリウム、アルゴン等の単原子分子以外の分子は、赤外領域において各分子固有の吸収スペクトルを持っている。これらの吸収スペクトルはローレンツ型であり、ある固有の幅を有しており、この幅内において最大の吸収係数を示す波長が吸収波長である。従って、被検出空間に光を投射して、被検出ガスの吸収スペクトルの1つの吸収波長(例えば、波長 $\lambda$ とする)の光を干渉フィルター等で取り出し、この強度を測定することにより被検出ガスの発生及び増加を検出することができる。しかし、一般的には、被検出空間に被検出ガスのみが存在する場合は少なく、当該吸収スペクトルの幅内に吸収波長を有する、すなわち吸収スペクトルが一部重なっている他のガス(妨害ガス)が存在する。この場合、この妨害ガスの発生及び増加を被検出ガスの発生及び増加と誤検出してしまう。さらに、吸収スペクトルの重なりがない場合であっても、干渉フィルターの透過帯域内に妨害ガスの吸収スペクトルが存在する場合、同様に妨害ガスの発生及び増加を被検出ガスの発生及び増加と誤検出してしまう。

【0006】このような誤検出を防止するべく、妨害ガスの発生及び増加を監視する方法を数式を用いて説明する。干渉フィルターの透過率が最大になる波長は入射角 $\theta$ (干渉フィルターの面に対する垂直方向と光の進行方向とがなす角)によって僅かに変化する。これを(式1)に示す。

$\lambda_0 = \lambda$ の干渉フィルターに、被検出空間を伝搬した光を $\theta = 0^\circ$ になる様に入射し、その透過光の強度を光センサー1で測定する。同時に、(数1)において $\lambda(\theta) = \lambda - \Delta\lambda$ を満たす入射角 $\theta$ で、別の被検出空間を伝搬した光を干渉フィルターに入射し、その透過光の強度を光センサー2で測定する。そして光センサー1、2の出力差 $S$ を算出す

(5)

特開平7-128231

7

8

る。これを(式2)に示す。

$$S = S_2 - S_1$$

但し、

S<sub>1</sub> : 光センサー1の出力

S<sub>2</sub> : 光センサー2の出力

である。なお、被検出ガス及び妨害ガスが共に存在しない時、 $S_1 = S_2$ を満たす様に調整する。このSの値の正負から妨害ガスの存在を検知することができる。すなわち、Sの値が負を示した時、妨害ガスの発生を意味する。

【0008】しかし、このSの値は、被検出ガス及び妨害ガスが同時に発生または増加した場合、Sの値はほぼ0になり、被検出ガスの発生及び/又は増加を検出できない。この問題を解決するため、干渉フィルターの特性及び光学系を変更し、光センサーを3個使用する方法が考えられる。すなわち、被検出ガスの吸収波長を $\lambda$ 、妨\*

$$S' = S_3 - S_2$$

但し、

S<sub>2</sub> : 第2の光センサーの出力

S<sub>3</sub> : 第3の光センサーの出力

である。なお、被検出ガス及び妨害ガスが共に存在しない時、 $S_2 = S_3$ を満たす様に調整する。このS'の値は、妨害ガスが存在しない場合は常に0であり、妨害ガスが存在する場合は常に負である。従って、被検出ガスを第1の光センサーの出力S<sub>1</sub>で検出し、妨害ガスの存在はS'の値から知ることができる。なお、吸収波長が $\lambda$ よりも大きい新たな妨害ガスが発生した場合、S'の値は正になる。

【0009】

【実施例】

<第1の実施例>本発明の赤外線式ガスセンサーの第1の実施例を図1及び図2を用いて説明する。なお、本実施例(以下の実施例も同様)は、メタノールガスセンサーとして用いられる場合を例として説明する。メタノールガスの吸収波長は $3.39\mu\text{m}$ であり、吸収スペクトル幅は約 $0.25\mu\text{m}$ (半値全幅)である。一方、妨害ガスとしてトリクレンガスがあり、トリクレンガスの吸収波長は $3.24\mu\text{m}$ であり、吸収スペクトル幅は約 $0.05\mu\text{m}$ である。従って吸収スペクトルが一部重なっている。図1は第1の実施例に係る赤外線式ガスセンサーの構成を示す図である。図1において、光源1は駆動回路2により点滅駆動され、光源1から発せられた光は光学系(レンズ)3により光ビーム11に整形し、被検出空間50に照射される。被検出空間50を隔てて、第1及び第2の反射鏡4及び5が光学系(レンズ)3に対向するように設けられている。第1の反射鏡4は、光ビーム11の半分を光ビーム12として反射し、干渉フィルター6に垂直に入射させる。第2の反射鏡5は、光ビーム11の残りの半分を光ビーム13として反射し、干渉フィルター6に入射角 $\theta$ で入射させる。干渉フィル

.....(式2)

\*害ガスの吸収波長を $\lambda - \Delta\lambda$ とすると、 $\lambda_0 = \lambda + \Delta\lambda$ の干渉フィルターに、(式1)において $\lambda(\theta) = \lambda$ を満たす入射角 $\theta$ で、被検出空間を伝播してきた光を当干渉フィルターに入射させ、その透過光の強度を第1の光センサーで測定する。同時に、(式1)において $\lambda(\theta') = \lambda - \Delta\lambda$ を満たす入射角 $\theta'$ ( $\theta' > \theta$ )で、別の被検出空間を伝播した光を当干渉フィルターに入射させ、その透過光の強度を別の第3の光センサーで測定する。さらに、別の被検出空間を伝播してきた光を $\theta = 0^\circ$ になるように当干渉フィルターに入射させ、その透過光の強度をさらに別の第2の光センサーで測定する。そして第2及び第3の光センサーの出力差S'を算出する。これを(式3)に示す。

.....(式3)

ター6の下方には第1及び第2の光センサー7及び8が設けられている。第1の光センサー7には、第1の反射鏡4により反射され、かつ干渉フィルター6を透過した光ビーム12が入射する。また、第2の光センサー8には、第2の反射鏡5により反射され、かつ干渉フィルター6を透過した光ビーム13が入射する。差分器9は第1の光センサー7の出力と第2の光センサー8の出力との差に相当する信号を出力する。ロックインアンプ10は差分器9の出力駆動回路2の駆動信号を参照信号として位相検波する。被検出空間50にはメタノール及びトリクレンガスが含まれている可能性がある大気が存在している。

【0010】光源1としては、SiC等による黒体炉でも良く、また、点滅可能なランプでもよい。本実施例では、数Hzで点滅可能な20Wのハロゲンランプを用いた。干渉フィルター6として誘電体多層薄膜型干渉フィルターを用い、垂直入射の波長 $\lambda_0 = 3.39\mu\text{m}$ (帯域 $= 0.2\mu\text{m}$ )の光を透過率 $T = 0.6$ で透過させる。第1及び第2の光センサー7及び8として、感度の波長依存性がなく、冷却が不要な焦電型光センサーを用いた。ロックインアンプ10の出力が(式2)に示したSに相当する。ロックインアンプ10の出力をモニターすることにより、被検出空間20において、妨害ガスであるトリクレンガスの発生を監視しながら、被検出ガスであるメタノールガスの発生を検出することができた。すなわち、トリクレンガスの発生をメタノールガスの発生と誤検出することはなかった。

【0011】図1に示したフィルター6、第1及び第2の光センサー7及び8、差分器9を一体型構成にした素子の断面構成を図2に示す。図2において、MgO等の基板14上にスパッタ法等によりPt等の電極15が形成されている。電極15の上には、 $\text{PbTiO}_3$ 、 $\text{LiTaO}_3$ 、 $\text{Pb}_{1-x}\text{La}_x\text{Ti}_{1-x/4}\text{O}_3$ ( $x = 0 \sim 0.2$

(6)

特開平7-128231

9

5)等の焦電材料をスパッタ法等によって同一方向に配向した薄膜16及び17が形成されている。焦電材料の薄膜16及び17の上には、スパッタ法等により電極18及び19が形成されている。電極18及び19の材料としては、赤外域の吸収率が良いNiCr, Sb等を用いる。電極18及び19の上には、図1における干渉フィルター6に相当する誘電体多層膜干渉フィルター20及び21が設けられている。誘電体多層膜干渉フィルター20及び21は、Si, Ge, Se, Te, LiF, NaF, CaF<sub>2</sub>, MgF<sub>2</sub>等で形成された薄膜の組み合わせにより構成されている。なお、焦電材料16と17との間、電極18と19との間の各素子間は、薄膜形成時にマスクを用いるか、または形成後にエッチングによって分離する。

【0012】図2に示す一体型素子の場合、電極18と19との間の信号が差分器9の信号に相当する。その理由は、焦電材料16及び17は同一方向に配向されているので、電極15を介してお互いに極性が向かい合うように接続されており、従って、電極18と19との間の信号は誘電体多層膜干渉フィルター20及び21をそれぞれ別個に透過した赤外線強度の差に相当するからである。このような一体型素子は、直径2~6mm、厚さ2~5mm程度の容器に収納することができ、装置の小型化、簡単化、低廉化、堅牢化に有効である。

【0013】なお、本実施例では、光源1を点滅させる構成としたが、光源1を常に発光させ、機械的チョッパー等により光源1からの光をチョッピングしても同様の効果が得られる。また、背景雑音が十分に小さく、第1及び第2の光センサー7及び8、及び差分器9の直流的安定度が十分良い場合は、光源1の点滅、機械的チョッパー、ロックインアンプ10は不要になる。

【0014】<第2の実施例>次に、本発明の赤外線式ガスセンサーの第2の実施例を図3を用いて説明する。なお、図1に示す第1の実施例と同一の番号を付した構成要素は実質的に同一であるため、その説明を省略する。図3において、第1及び第2の光源22及び23は点滅可能であり、駆動回路24により交互に点灯される。また、駆動回路24の駆動信号はロックインアンプ10に参照信号として供給される。第1及び第2の光源22及び23から発せられた光は、第1及び第2の光学系(レンズ)25及び26により光ビーム27及び28に整形され、被検出空間50に投射される。光ビーム28は干渉フィルター6に垂直に入射し、光センサー7に到達する。一方、光ビーム27は干渉フィルター6に入射角 $\theta$ で入射し、光センサー7に到達する。光センサー7には、光源23から発せられ、干渉フィルター6に垂直に入射し、干渉フィルター6を透過した光と、光源22から発せられ、干渉フィルター6に入射角 $\theta$ で入射し、干渉フィルター6を透過した光とが交互に到達する。この光センサー7の出力をロックインアンプ10に

10

より位相検波する。ロックインアンプ10の出力が(式2)に示したSに相当する。このロックインアンプ10の出力をモニターすることにより、被検出空間50において、妨害ガスであるトリクレンガスの発生を監視しながら、被検出ガスであるメタノールガスの発生を検出することができた。すなわち、トリクレンガスの発生をメタノールガスの発生と誤検出することはなかった。

【0015】なお、この第2の実施例では、前記第1の実施例の場合と同様に、被検出ガス及び妨害ガスが共に存在しない時、(式2)の $S_1 = S_2$ を満たすように第1及び第2の光センサー7及び8の出力を調整する必要がある。しかし、この調整は第1の実施例の場合よりは容易である。すなわち、第1の実施例の場合 $S_1$ 及び $S_2$ を調整するために第1及び第2の反射鏡4及び5の位置を調整しなければならないが、第2の実施例の場合第1及び第2の光源22及び23の発光強度を電氣的に制御すれば足りる。さらに、第2の実施例では光センサーを1個しか用いていないため、光センサーの感度にばらつきが存在しても容易に対応し得る。

【0016】<第3の実施例>次に、本発明の赤外線式ガスセンサーの第3の実施例を図4を用いて説明する。なお、図1に示す第1の実施例と同一の番号を付した構成要素は実質的に同一であるため、その説明を省略する。図4において、被検出空間50を挟んで光学系(レンズ)3に対向する位置には、第1、第2及び第3の反射鏡4、5及び5'が設けられている。第1の反射鏡4は光ビーム11の1/3を光ビーム12として反射し、干渉フィルター6に垂直に入射させる。第2の反射鏡5は光ビーム11の残りの半分を光ビーム13として反射し、干渉フィルター6に入射角 $\theta$ で入射させる。第3の反射鏡5'は光ビーム11の残りを光ビーム13'として反射し、干渉フィルター6に入射角 $\theta'$ で入射させる。干渉フィルター6の下方には第1、第2及び第3の光センサー7、8及び8'が設けられている。各光センサー7、8及び8'にはそれぞれ干渉フィルター6を透過した光ビーム12、13及び13'が入射する。差分器9は第2の光センサー8の出力と第3の光センサー8'の出力との差に相当する信号を発生する。第1のロックインアンプ10は駆動回路2の駆動信号を参照信号として、差分器9からの出力信号を位相検波する。また、第2のロックインアンプ10'は、駆動回路2の駆動信号を参照信号として第1の光センサー7の出力を位相検波する。第1のロックインアンプ10の出力が(式3)に示したS'に相当する。これら第1及び第2のロックインアンプ10及び10'の出力をモニターすることにより、被検出空間50において、妨害ガスであるトリクレンガスの発生を監視しながら、被検出ガスであるメタノールガスの発生を検出できた。すなわち、トリクレンガスの発生をメタノールガスの発生と誤検出することはなく、かつ両ガスが同時に同程度発生したことも検出で

(7)

特開平7-128231

11

12

きた。

【0017】<第4の実施例>次に、本発明の赤外線式ガスセンサーの第4の実施例を図5を用いて説明する。なお、図3に示す第2の実施例と同一の番号を付した構成要素は実質的に同一であるため、その説明を省略する。図5において、第1、第2及び第3の光源22、23及び23'はそれぞれ点滅可能であり、駆動回路24'により点滅駆動される。駆動回路24'は、第1の光源22を周波数1.4Hzで点滅させ、また、第2及び第3の光源23及び23'を交互に周波数5Hzで点滅させる。駆動回路14'の1.4Hzの駆動信号は第2のロックインアンプ10'に、また、5Hzの駆動信号は第1のロックインアンプ10にそれぞれ参照信号として供給される。第3の光学系(レンズ)26'は、第3の光源23'から発せられた光を光ビーム28'に整形し、被検出空間に投射する。被検出空間50を透過した光ビーム28'は、入射角 $\theta$ で干渉フィルター6に入射し、干渉フィルター6を透過した後光センサー7に到達する。光センサー7には、第1の光源22から発せられ、干渉フィルター6に入射角 $\theta$ で入射し、かつ干渉フィルター6を透過した光ビーム27が到達する。それと同時に、光源23から発せられた光ビーム28と、第3の光源23'から発せられた光ビーム28'とが交互に到達する。光センサー7の出力を位相検波する第1のロックインアンプ10の出力が(式3)に示したSに相当する。これら第1及び第2のロックインアンプ10及び10'の出力をモニターすることにより、被検出空間50において、妨害ガスであるトリクレンガスの発生を監視しながら、被検出ガスであるメタノールガスの発生を検出することができた。すなわち、トリクレンガスの発生をメタノールガスの発生と誤検出することはなく、かつ両ガスが同時に同程度発生したことも検出できた。

【0018】なお、第4の実施例は、前記第3の実施例と同じく、被検出ガス及び妨害ガスが共に存在しない時、(式3)の $S2=S3$ を満たす様に光センサーの出力を調整する必要がある。しかし、この調整は、第2の実施例で述べた理由と同じ理由により、第3の実施例の場合よりも容易である。

【0019】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、干渉フィルターの透過率が最大になる波長が入射角に依存する性質を利用し、被検出ガスの発生及び増加を干渉フィルターに垂直に入射する光を用いて検出し、妨害ガスの発生及び増加を干渉フィルターの入射角 $\theta$ で入射する光を用いて検出するように構成したので、妨害ガスの発生及び増加を監視しながら被検出ガスの発生増加を検出することができるという効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の赤外線式ガスセンサーの第1の実施例

の構成を示す図

【図2】第1の実施例における干渉フィルター、第1及び第2の光センサー及び差分器を一体構成にした素子の構成を示す断面図

【図3】本発明の赤外線式ガスセンサーの第2の実施例の構成を示す図

【図4】本発明の赤外線式ガスセンサーの第3の実施例の構成を示す図

【図5】本発明の赤外線式ガスセンサーの第4の実施例の構成を示す図

【符号の説明】

- 1 : 光源
- 2 : 駆動回路
- 3 : 光学系(レンズ)
- 4 : 第1の反射鏡
- 5 : 第2の反射鏡
- 5' : 第3の反射鏡
- 6 : 干渉フィルター
- 7 : 第1の光センサー
- 8 : 第2の光センサー
- 8' : 第3の光センサー
- 9 : 差分器
- 10 : 第1のロックインアンプ
- 10' : 第2のロックインアンプ
- 11 : 光ビーム
- 12 : 光ビーム
- 13 : 光ビーム
- 13' : 光ビーム
- 14 : 基板
- 15 : 電極
- 16 : 焦電材料
- 17 : 焦電材料
- 18 : 電極
- 19 : 電極
- 20 : フィルター
- 21 : フィルター
- 22 : 第1の光源
- 23 : 第2の光源
- 23' : 第3の光源
- 24 : 駆動回路
- 24' : 駆動回路
- 25 : 第1の光学系(レンズ)
- 26 : 第2の光学系(レンズ)
- 26' : 第3の光学系(レンズ)
- 27 : 光ビーム
- 28 : 光ビーム
- 28' : 光ビーム
- 50 : 被検出空間

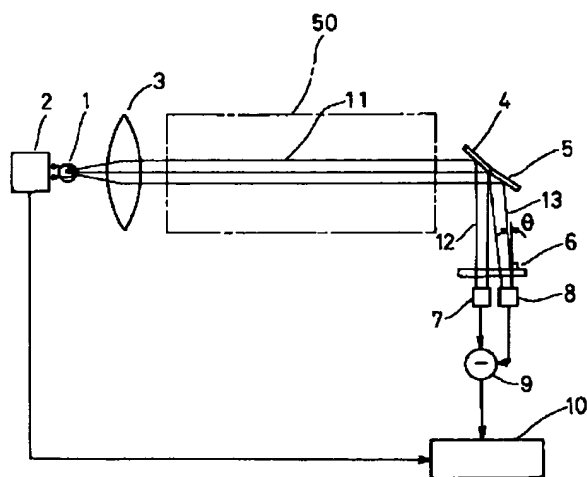
要約書の書式



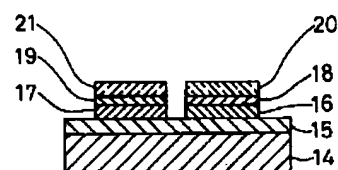
(8)

特開平7-128231

【図1】

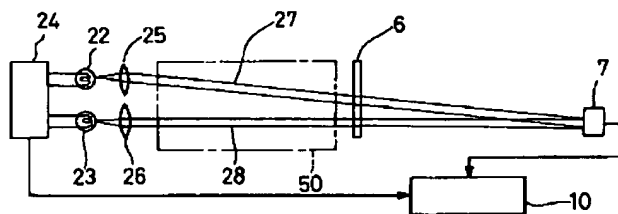


【図2】

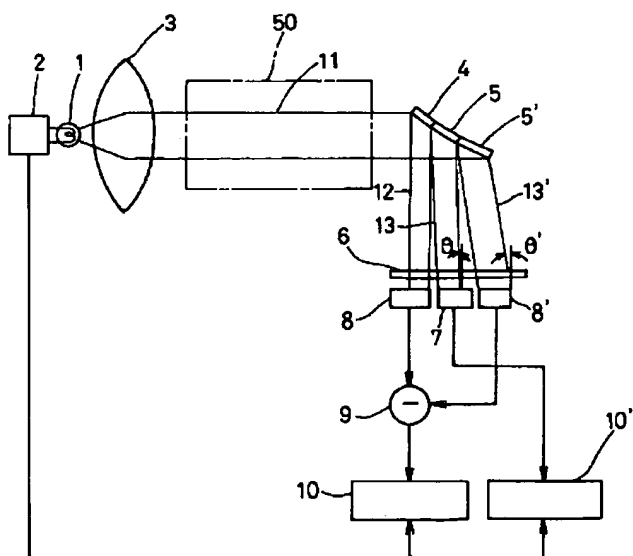


- 1 : 光源
- 2 : 駆動回路
- 3 : 光学系 (レンズ)
- 4 : 第1の反射鏡
- 5 : 第2の反射鏡
- 6 : 干渉フィルター
- 7 : 第1の光センサー
- 8 : 第2の光センサー
- 9 : 差分器
- 10 : ロックインアンプ

【図3】



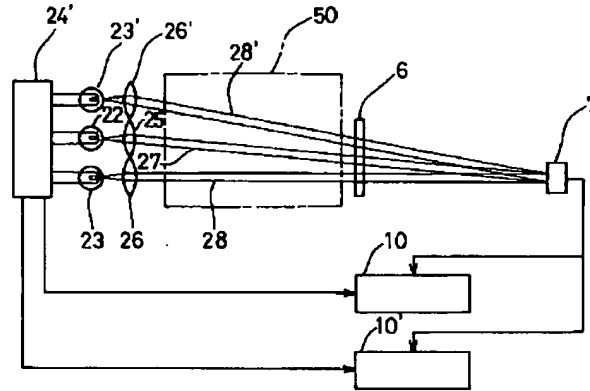
【図4】



(9)

特開平7-128231

【図5】



---

フロントページの続き

(72)発明者 飯島 賢二  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内